

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-074314

(43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.Cl.

G11B 5/66
H01F 10/30

(21)Application number : 09-123752

(22)Date of filing : 14.05.1997

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : KANBE TETSUYA
ISHIKAWA AKIRA
FUKAYA SHINJI
TAMAI ICHIRO
YAKU SHINAN
HOSOE YUZURU
TANAHASHI KIWAMU
MATSUDA YOSHIFUMI
KATAOKA HIROYUKI
ONO TOSHINORI
ENDO NAOTO
URA KAZUHIRO

BEST AVAILABLE COPY

(30)Priority

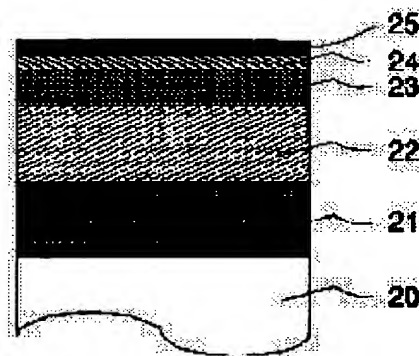
Priority number : 08124334 Priority date : 20.05.1996 Priority country : JP

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a medium having 2 G bits recording density per sq. inches and a mean time between failure of $\geq 300,000$ hours by using a magnetic recording medium having a multilayered base film in which one layer consists of an amorphous or fine crystalline material containing Co.

SOLUTION: A chemically reinforced soda-lime glass is used as a substrate 20. Then a first base layer 21 comprising Co-30at.%Cr-10%Zr alloy is formed to 50nm thickness, and then a second base layer 22 comprising Cr-15at.%Ti alloy to 30 nm thickness, a magnetic layer 23 comprising Co-20at.%, Cr-12at.%Pt alloy to 20 nm, and further a carbon protective film 24 to 10 nm are formed by DC sputtering method. The first base layer is formed without heating the substrate. Then the substrate is over heated to 250° C by a lamp heater and the upper layers are formed. After the films are formed, a lubricant 25 prepared by diluting a perfluoroalkylpolyether material in a fluorocarbon material is applied thereon.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.04.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3217012

[Date of registration] 03.08.2001

9730-45

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-74314

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/66			G 1 1 B 5/66	
H 0 1 F 10/30			H 0 1 F 10/30	

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-123752

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-124334

(32) 優先日 平8(1996) 5月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 神邊 哲也

東京都国分寺市東壱ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 石川 晃

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 深谷 信二

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体および磁気記憶装置

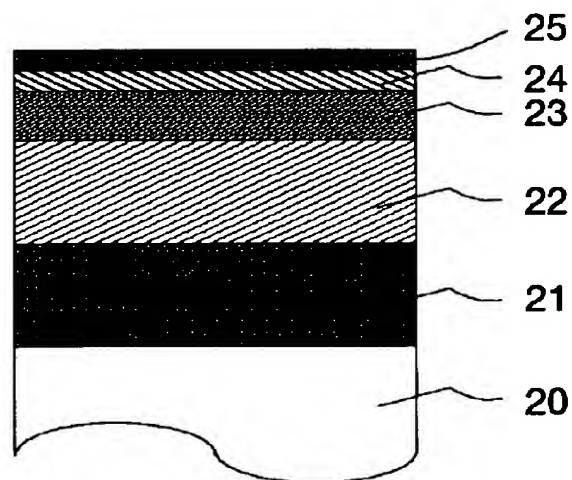
(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、高密度な情報の記録再生が可能で信頼性の高い磁気記憶装置を提供することである。

【解決手段】 磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成し、かつ、前記磁気記録媒体を、基板上に、複数の下地層が積層された多層下地層を介して形成された磁性層を有する構造とし、前記多層地層の少なくとも一層をCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る層とする。

【効果】 ノイズが低減され、高いS/Nと低いビットエラーレートが得られ、1平方インチ当たり1ギガビットの高い記録密度で30万時間以上の平均故障間隔を持つ磁気記憶装置が実現出来る。

図 4



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に、複数の下地層が積層された多層下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体において、前記多層下地層の少なくとも一層がCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成ることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】前記Coを含有する下地層と磁性層の間に実質的に体心立方格子構造を有する下地層が形成されており、かつ、前記磁性層が実質的に最密六方格子構造を有するCoを主成分とする合金であることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】前記Coを含有する材料からなる下地層の平均結晶粒径が8nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】基板上に、複数の下地層が積層された多層下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体において、前記多層下地層の少なくとも一層がTi、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、Si、Bから成る第一の群より選ばれた少なくとも1種の第一の添加元素とCoを含有する合金材料から成る層であり、かつ、この層の残留磁束密度と層厚の積が前記磁性層の残留磁束密度と層厚の積の20%以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】前記Coを含有する下地層と磁性層の間に実質的に体心立方格子構造を有する下地層が形成されており、かつ、前記磁性層が実質的に最密六方格子構造を有するCoを主成分とする合金であることを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項6】前記Coを含有する下地層に含まれる第一の添加元素の濃度が5at%以上70%以下であることを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項7】前記Coを含有する材料からなる下地層の平均結晶粒径が8nm以下であることを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項8】前記Coを含有する材料から成る下地層が、さらに、Cr、V、Mnより成る第二の群より選ばれた少なくとも1種の第二の添加元素を含有することを特徴とする請求項4に記載の磁気記録媒体。

【請求項9】基板上に、複数の下地層を介して形成された磁性層を有する面内磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成され、かつ、前記面内磁気記録媒体の複数の下地層の少なくとも一層がCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成ることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項10】前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部が、互いに0.35μm以下の距離だけ隔てられ

た軟磁性体からなる2枚のシールド層の間に形成されており、かつ、前記磁性層の厚さtと、記録時における前記面内磁気記録媒体に対する上記磁気ヘッドの相対的な走行方向に磁界を印加して測定した残留磁束密度Brの積Br×tが20ガウス・ミクロン以上、140ガウス・ミクロン以下であり、さらに、上記の磁界印加方向と同じ方向に磁界を印加して測定した前記磁気記録媒体の保磁力が1.8キロエルステッド以上であることを特徴とする請求項9に記載の磁気記憶装置。

【請求項11】前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドが、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性磁性層と、該導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵抗センサによって構成されることを特徴とする請求項6または9に記載の磁気記憶装置。

【請求項12】基板上に、複数の下地層を介して形成された磁性層を有する面内磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成され、かつ、前記磁気記録媒体の単層、または複数の下地層の少なくとも一層がTi、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、Si、Bから成る第一の群より選ばれた少なくとも1種の第一の添加元素とCoを含有する合金材料から成る層であり、かつ、この層の残留磁束密度と層厚の積が前記磁性層の残留磁束密度と層厚の積の20%以下であることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項13】前記Coを含有する材料から成る下地層が、さらに、Cr、V、Mnより成る第二の群より選ばれた少なくとも1種の第二の添加元素を含有することを特徴とする請求項12に記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気記憶装置、具体的には1平方インチ当たり1ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置と、これを実現するための低ノイズな薄膜磁気記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気記憶装置に対する大容量化の要求は、現在益々高まりつつある。従来の磁気ヘッドには磁束の時間的変化に伴う電圧変化を利用した電磁誘導型磁気ヘッドが用いられていた。これは一つのヘッドで記録と再生の両方を行うものである。これに対して近年、記録用と再生用のヘッドを別にし、再生用ヘッドにより高感度な磁気抵抗効果型ヘッドを利用した複合型ヘッドの採用が急速に進みつつある。磁気抵抗効果型ヘッドとは、ヘッド素子の電気抵抗が媒体からの漏洩磁束の変化

に伴って変化することを利用したものである。また、複数の磁性層を非磁性層を介して積層したタイプの磁性層で生じる非常に大きな磁気抵抗変化（巨大磁気抵抗効果、或いはスピンバルブ効果）を利用した更に高感度なヘッドの開発も進みつつある。この効果は非磁性層を介した複数の磁性層の磁化の相対的方向が、媒体からの漏洩磁界により変化し、これによって電気抵抗が変化する効果である。

【0003】現在、実用化されている磁気記録媒体では、磁性層としてCoCrPt、CoCrTa、CoNiCr等、Coを主成分とする合金が用いられている。これらのCo合金はc軸方向を磁化容易軸とする六方最密構造（hcp構造）をとるため、面内磁気記録媒体としてはこのc軸が面内方向をとる結晶配向が望ましい。しかし、このような配向は不安定であるため基板上に直接Coを形成しても一般には起こらない。そこで体心立方構造（bcc構造）をとるCr（100）面がCo（11.0）面と整合性が良いことを利用して（100）配向したCrの下地層をまず基板上に形成し、その上にCo合金層をエピタキシャル成長させることによってCo合金層にc軸が面内方向を向いた（11.0）配向をとらせる手法が用いられている。また、Co合金磁性層とCr下地層界面での結晶格子整合性を更に向上させるために、Crに第二元素を添加し、Cr下地層の格子間隔を増加させる手法が用いられている。これによってCo（11.0）配向が更に増大し、保磁力を増加させることが出来る。このような技術の例としては、特開昭62-257618号公報や、特開昭63-197018号公報に示されているようにV、Ti等を添加するものが挙げられる。高記録密度化に必要な要素としては、記録媒体の高保磁力化と並んで低ノイズ化が挙げられる。媒体ノイズを低減するためには、磁性層中の結晶粒を微細化し、結晶粒径を均一化することなどが効果的であることが知られている。

【0004】また、磁気ディスク媒体に対する重要な要求として、耐衝撃性の向上が挙げられる。特に、近年ノートパソコン等の携帯型情報機器への磁気ディスク装置が搭載されるようになり、信頼性向上の観点から、この耐衝撃性向上は非常に重要な課題となっている。従来の表面にNiPメッキを施したAl合金基板上に替えて、表面を強化処理したガラス基板、或いは、結晶化ガラス基板を用いることにより、磁気ディスク媒体の耐衝撃性を向上することが出来る。ガラス基板は、従来のNiPメッキAl合金基板に比べて表面が平滑であるため、磁気ヘッドと媒体の浮上スベージングを小さくする上で有利であり、高記録密度化に適している。しかし、ガラス基板を用いた場合、基板との密着性不良や、基板中からの不純物イオン、或いは基板表面の吸着ガスがCr合金下地層中へ侵入する等の問題が発生している。特に、膜の密着性に関してはJ. Vac. Sci. Technol. A4(3)、1986の第532頁から第535頁記載のように、ガラス基板を加熱すると密着性が劣化することが報告されている。これらに対して

は、ガラス基板とCr合金下地層の間に種々の金属膜、合金膜、酸化物膜を形成する等の対策がなされている（特開昭62-293512号公報、特開平2-29923号公報、特開平5-135343号公報）。また、特開平4-153910号公報には、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W等とYから成る非晶質膜をガラス基板と該下地層間に形成することにより、磁性層の結晶粒径の肥大化が抑制され、磁気特性が向上することが示されている。

【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】上記のような磁気抵抗効果型ヘッドは再生感度が極めて高いため、高密度記録に適している。しかし、磁気記録媒体からの再生信号のみならず、ノイズに対する感度も同時に高くなる。このため、記録媒体には従来以上に低ノイズ化が求められる。媒体ノイズの低減には、上記のように磁性層中の結晶粒の微細化、均一化が有効なことが知られている。しかし、このような磁気記録媒体と高感度な磁気抵抗効果型ヘッドを組み合わせて磁気ディスク装置を試作してみると、十分な電磁変換特性が得られなかった。特に、磁気記録媒体の基板として、ガラス基板を用いた場合に、高線記録密度領域での電磁変換特性が悪いという結果が得られた。この原因を調べたところ、ガラス基板上に直接、或いは前記公知例にみられる種々の金属、或いはそれらの合金を介して形成されたCr合金下地層は、NiPメッキAl合金基板上に形成された場合ほど強く（100）配向していなかった。このため、Co合金磁性層の（11.0）以外の結晶面が基板と平行に成長し、磁化容易軸であるc軸の面内配向度が小さくなっていた。これにより、保磁力が低下し、高線記録密度での再生出力が低下していた。

20 また、ガラス基板を用いた場合には、磁性層の結晶粒が、該Al合金基板を用いた場合に比べて肥大化しており、結晶粒の粒径分散も20～30%程度大きくなっていた。このため、媒体ノイズが増大し、電磁変換特性が劣化している。また、特開平4-153910号公報に示された非晶質、或いは微結晶膜をガラス基板と該下地層間に形成しても、磁性層の結晶粒径はある程度小さくなる場合もあるが、十分ではなかった。更に、粒径分布の低減に対してはほとんど効果がみられず、良好な電磁変換特性が得られなかった。

40 【0006】このように、高記録密度化に適した磁気ヘッド、磁気記録媒体、或いは磁気記録媒体用の基板はそれぞれ別々に開発されているが、これらを如何に組み合わせて、記録密度の高い磁気ディスク装置を実現するかについてはこれまで十分に考慮されていなかった。本発明の目的は、上記の問題点を解決し、1平方インチ当たり1ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置と、高記録密度に適した低ノイズな磁気記録媒体を提供することである。

50 【0007】本発明の他の目的は、ガラス基板を加熱した後膜形成した場合に発生しやすい密着不良を改善す

ることにある。これにより、記録媒体のノイズ低減のための膜形成条件の幅を広げるのみならず、膜形成直前における基板加熱を可能にする事によって、基板表面に吸着した不純物ガスを脱離させ、生産時における磁性膜特性の再現性を向上させることができる。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、基板上に複数の下地層が積層された多層下地層を介して形成された磁性層を有し、該多層下地層の少なくとも一層がCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る磁気記録媒体を用いることにより、達成される。

【0009】前述のように、ガラス基板を用いた場合には、従来のNiPメッキAl合金基板を用いた場合に比べ、Co合金磁性層の磁化容易軸であるc軸の面内配向度が小さく、結晶粒が大きくなっていったために、特性が劣化していた。磁性層の結晶粒は下地層の結晶粒上にエピタキシャル成長しており、一般に、磁性層結晶粒の配向とサイズは下地層の結晶粒径や表面形状によって大きく影響を受ける。このような知見を元に、本発明者らは、下地層の材料、層構成、膜厚、成膜条件等を変えた種々の磁気記録媒体を作製し、記録部に電磁誘導型ヘッドを用い再生部に磁気抵抗効果型ヘッドを用いた複合型磁気ヘッドとの組み合わせにより記録再生特性との関係を検討した。その結果、下地層を多層化し、磁性層との結晶格子整合性を高めるためのCr合金等のbcc構造の下地層と基板の間にCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る新たな下地層（以下、これを第一の下地層という）を挿入することにより、特性が改善出来ることを見いだした。以下に、その詳細な手段について説明する。

【0010】ここで、非晶質とはx線回折による明瞭なピークが観察されないこと、または、電子線回折による明瞭な回折スポット、回折リングが観察されず、ハロー状の回折リングが観察されることを言う。また、微結晶とは、結晶粒径が磁性層の結晶粒径より小さく、好ましくは平均粒径が8nm以下の結晶粒から成ることを言う。

【0011】上記の多層下地層を構成するCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る層を構成する材料としてはCoとの非晶質、或いは微結晶を形成する元素を含む材料であれば、その組成は特に限定されない。ガラス基板上に、Coを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る第一の下地層を形成すると、その上に形成されるCr合金等のbcc構造を有する下地層（以下、これを第二の下地層という）の結晶粒が微細化されると同時に、bcc構造の(100)面が膜面に平行に成長しやすくなる。これによって、Co合金磁性膜のhcp構造を持つ結晶粒の磁化容易軸が膜面内を向くように成長し、かつ、その粒径が小さくなる。このため、保磁力が向上し、ノイズが低減される。Coを含まない非晶質、或いは微結晶材料を用いた場合にも、磁性層の結晶粒径はある程度小さくなる場合もあるが、実施例6に示した様にCoを含有する非晶

質、或いは微結晶材料を用いた場合には結晶粒の微細化が顕著であり、かつ、結晶粒径の分散も小さくなる。これは、Coを含有する非晶質、或いは微結晶材料では表面に微細な凹凸が均一に形成され、第二の下地層の結晶粒が、これを核にして成長するためである。

【0012】第一の下地層の微細構造としては、非晶質であることが望ましいが、平均結晶粒径が8nm以下の微結晶構造であっても良好な特性が得られる。非晶質構造の場合の方が、第二の下地層、及び磁性層の結晶粒が微細になるため、より低ノイズな媒体が得られる。微結晶構造の場合はややノイズが高くなるが、高記録密度での再生出力が高くなるので、比較的高いヘッドノイズを持つヘッドとの組み合わせに適している。

【0013】第一の下地層の具体的な材料としては、Ti、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、Si、Bから成る第一の群より選ばれた少なくとも1種の第一の添加元素とCoとの合金、或いは、これらの第一の添加元素の酸化物とCoとの化合物が好ましい。第一の添加元素の濃度は、Sat%以上、70at%以下の範囲にあることが望ましい。第一の添加元素の濃度が5at%よりも小さいと磁性層の結晶粒が、ガラス基板の上に第二の下地層を直接形成した場合に比べて大きくなり、70at%よりも大きいと磁性膜のc軸が膜面から立ち上がった成分が多くなり好ましくない。また、第一の添加元素としては第一の群の中でZr、Ta、Wを用いると、磁化容易軸の面内配向成分が強くなり特に好ましい。

【0014】第一の下地層の磁化は、記録再生特性に何らかの影響を与えるため、第一の下地層は非磁性であることが望ましい。しかし、検討の結果、第一の下地層の残留磁束密度と層厚の積が、磁性層の残留磁束密度と層厚の積の20%以下であれば、実用上問題はないことが確認された。第一の下地層の残留磁束密度と層厚の積が、磁性層の残留磁束密度と層厚の積の20%を越えると、MRヘッドの出力信号のベースラインに変動が現れ、低域のノイズが増大し、好ましくない。このような影響を無くすためには、第一の下地層を薄くするか、第一の添加元素の濃度を高めるか、或いは、さらに第二の添加元素を添加することが有効である。第二の添加元素としては、Cr、V、Mn等を用いると磁化の低下が大きく、有効である。

【0015】第二の下地層としては、Ti、Mo、Vから選ばれた少なくとも1種の元素とCrの合金、或いはCrを用いることが好ましい。また、第二の下地層をbcc構造を持つ2つの層で構成することも出来る。

【0016】磁性層は、CoCrPt、CoCrPtTa、CoCrPtTi、CoCrTa、CoNiCr等、Coを主成分とする合金を用いることが出来るが、高い保磁力を得るためには、Ptを含むCo合金を用いることが特に好ましい。また、SmCo、FeSmN等の希土類元素を含む磁性合金を用いることも出来る。SmCo合金膜は非常に小さな結晶粒から成ることが知

られている。しかし、結晶粒間の磁氣的相互作用が強いために、結晶粒1つ1つは独立した磁性粒子とはなっておらず、bcc構造の下地上に作製した場合には、1つの下地結晶粒の上に形成されたSmCo合金結晶粒の集合が1つの磁氣的な単位として振る舞うと考えられている。本発明のCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る第一の下地層を形成すると、bcc構造の第二の下地層の結晶粒が微細化されるため、SmCo合金の磁氣的な単位が微細化され、媒体ノイズを低減することが出来る。更に、磁性層を単層、或いは非磁性中間層を介した複数の層で構成することも出来る。この場合、請求項8の $Br \times t$ における磁性層の厚さ t は各磁性層の厚さの合計を表すものとする。

【0017】磁性層の磁氣的な特性としては、記録方向に磁界を印加して測定した保磁力を1.8キロエルステッド以上とし、残留磁束密度 Br と膜厚 t の積 $Br \times t$ を20ガウス・ミクロン以上、140ガウス・ミクロン以下とすると、1平方インチ当たり1ギガビット以上の記録密度領域において、良好な記録再生特性が得られるので好ましい。保磁力が1.8キロエルステッドよりも小さくなると、高記録密度(200kFCI以上)での出力が小さくなり好ましくない。また、 $Br \times t$ が140ガウス・ミクロンより大きくなると分解能が低下し、20ガウス・ミクロンよりも小さくなると再生出力が小さくなり好ましくない。

【0018】更に、磁性層の保護層としてカーボンを厚さ10nm~30nm形成し、さらに吸着性のパーフルオロアルキルポリエーテル等の潤滑層を厚さ2nm~20nm設けることにより信頼性が高く、高密度記録が可能な磁気記録媒体が得られる。また、保護層として水素を添加したカーボン膜、或いは、炭化シリコン、炭化タングステン、(W-Mo)-C、(Zr-Nb)-N等の化合物から成る膜、或いは、これらの化合物とカーボンの混合膜を用いると耐摺動性、耐食性を向上出来るので好ましい。また、これらの保護層を形成した後、微細マスク等を用いてプラズマエッチングすることで表面に微細な凹凸を形成したり、化合物、混合物のターゲットを用いて保護層表面に異相突起を生じせしめたり、或いは熱処理によって表面に凹凸を形成すると、ヘッドと媒体との接触面積を低減でき、CSS動作時にヘッドが媒体表面に粘着する問題が回避されるので好ましい。

【0019】本発明のCoを含有する非晶質、或いは微結晶材料から成る第一の下地層を用いた場合、ガラス基板を加熱した後に本下地層を成膜しても加熱しない場合と同様に密着性が良いことを見出した。これは本下地層の主成分元素であるコバルトがガラス基板のシリコン若しくは酸素との結合力が強いためと推定している。前出した第一の添加元素の酸化物とCoとの化合物を用いると、ガラス基板との密着性が更に向上し、特に、磁気ヘッドスライダの浮上量(磁気ヘッドと媒体のスペーシング)が小さく、接触が起きやすい場合に適している。

以上述べたように、本発明を用いた場合、特に密着性を向上するための層を設ける必要はない。しかし、媒体の表面に凹凸形状を形成し、CSS特性を向上させるためにAl、Ag等の低融点金属、合金層、或いは、金属間化合物層を基板と第一の下地層の間に形成することも出来る。

【0020】また、基板として、Ni-PをメッキしたAl合金基板を用いた場合にも、ガラス基板を用いた場合と同様、磁性層の結晶粒が微細になるという効果が確認された。

【0021】上記の磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部を磁気抵3効果型磁気ヘッドで構成することにより、高記録密度における十分な信号強度を得ることができ、1平方インチ当たり1ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置を実現することが出来る。

【0022】また、本発明の磁気記録装置で用いている磁気抵3効果型磁気ヘッドの磁気抵3センサ部を挟む2枚のシールド層の間隔(シールド間隔)は0.35 μ m以下が好ましい。これは、シールド間隔が0.35 μ m以上になると分解能が低下し、信号の位相ジッターが大きくなってしまうためである。

【0023】更に、磁気抵3効果型磁気ヘッドを、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵3変化を生じる複数の導電性磁性層と、その導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵3センサによって構成し、巨大磁気抵3効果、或いはスピン・バルブ効果を利用したものとすることにより、信号強度をさらに高めることができ、1平方インチ当たり2ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置の実現が可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】

<実施例1>本発明の実施例を図1、図2、図3を用いて説明する。本実施例の磁気記憶装置の平面模式図、断面模式図を図1(a)、及び図1(b)に示す。この装置は磁気ヘッド1、及びその駆動部2と、該磁気ヘッドの記録再生信号処理手段3と磁気記録媒体4とこれを回転させる駆動部5とからなる周知の構造を持つ磁気記憶装置である。

【0025】上記磁気ヘッドの構造を図2に示す。この磁気ヘッドは基体6上に形成された記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用の磁気抵3効果型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドである。前記記録用ヘッドはコイル7を挟む上部記録磁極8と下部記録磁極兼上部シールド層9からなり、記録磁極間のギャップ層厚は0.3 μ mとした。また、コイルには厚さ3 μ mのCuを用いた。前記再生

用ヘッドは磁気抵3センサ10とその両端の電極バタン11からなり、磁気抵3センサは共に1 μ m厚の下部記録磁極兼上部シールド層と下部シールド層12で挟まれ、該シールド層間距離は0.25 μ mである。尚、図2では記録磁極間のギャップ層、及びシールド層と磁気抵3センサとのギャップ層は省略してある。

【0026】図3に磁気抵3センサの断面構造を示す。磁気センサの信号検出領域13は、酸化Alのギャップ層14上に横バイアス層15、分離層16、磁気抵3強磁性層17が順次形成された部分からなる。磁気抵3強磁性層には、20nmのNiFe合金を用いた。横バイアス層には25nmのNiFeNbを用いたが、NiFeRh等の比較的電気抵3が高く、軟磁気特性の良好な強磁性合金であれば良い。横バイアス層は磁気抵3強磁性層を流れるセンス電流がつくる磁界によって、該電流と垂直な膜面内方向（横方向）に磁化され、磁気抵3強磁性層に横方向のバイアス磁界を印加する。これによって、媒体からの漏洩磁界に対して線形な再生出力を示す磁気センサが得られる。磁気抵3強磁性層からのセンス電流の分流を防ぐ分離層には、比較的電気抵3が高いTaを用い、膜厚は5nmとした。

【0027】信号検出領域の両端にはテーパー形状に加工されたテーパー部18がある。テーパー部は、磁気抵3強磁性層を単磁区化するための永久磁石層19と、その上に形成された信号を取り出すための一対の電極11からなる。永久磁石層は保磁力が大きく、磁化方向が容易に変化しないことが必要であり、CoCr、CoCrPt合金等が用いられる。

【0028】図4に本実施例の磁気記録媒体の層構成を示す。基板20には化学強化されたソーダライムガラスを使用した。その上にCo-30at%Cr-10%Zr合金からなる第一の下地層21を50nm、Cr-15at%Ti合金からなる第二の下地層22を30nm、Co-20at%Cr-12at%Pt合金磁性層23を20nm、更に10nmのカーボン保護膜24をDCスパッタ法により形成した。第一の下地層は基板を加熱しない状態で形成し、その後、ランプヒーターにより250°Cまで加熱して、その上の各層を形成した。膜形成後、パーフルオロアルキルポリエーテル系の材料をフルオロカーボン材料で希釈したものを潤滑材25として塗布した。また、第一の下地層にCr-15at%Tiを使用した媒体を上記と同一条件で作製し、これを比較例とした。

【0029】本実施例の媒体の保磁力は2620エルステッドで比較例の媒体よりも約4000e程度高く、残留磁束密度と磁性層厚の積 $Br \times t$ は85 Gauss・ミクロンであった。前記磁気記憶装置に組み込んで、線記録密度210kBP I、トラック密度9.6kTPIの条件で記録再生特性を評価したところ、S/Nは比較例媒体の場合よりも約15%高い1.8であった。

【0030】前記第一の下地層のCoCrZr合金のみの単層膜を同一条件でガラス基板上に50nm形成し、X線回折の測定を行ったところ、明瞭な回折ピークはみられなかつ

た。また、透過電子顕微鏡（TEM）を用いてCoCrZr合金膜の構造を調べたところ、図5に示すようなTEM像と制限視野回折パターンが得られた。同図右上隅の白いスポットとリングが制限視野回折パターンである。尚、この制限視野回折パターンは、直径0.5ミクロン程度の領域から得られたものである。TEM像には結晶構造の存在を示す格子像は見られず、また、制限視野回折パターンは非晶質に特有なハロー状の回折リングを示している。このことから、第一の下地層のCoCrZr合金は、非晶質構造をとっていると考えられる。TEM像には、第一の下地層表面の微細な凹凸を反映した濃淡が観察された。この凹凸は数nmのピッチでかなり均一に形成されている。

【0031】カーボン保護膜まで形成した本実施例媒体、及び比較例媒体のX線回折の測定を行った結果、図6に示す回折パターンが得られた。比較例媒体の回折パターンでは第一の下地層と第二の下地層が同一組成のため、両者の回折ピークの識別は出来ない。また、下地層の体心立方構造（bcc構造）の（110）ピークは磁性層からの六方最密構造（hcp構造）の（00，2）ピークと重なるため、この両者の識別も不可能である。しかし、いずれにしても第二の下地層は実施例媒体のように強く（100）配向しておらず、配向が異なる複数の結晶粒の混合相となっている。このため、磁性層中のCoCrPt合金結晶も様々な結晶配向をとっており、CoCrPt磁性層からは複数の回折ピークがみられる。一方、実施例媒体は前記の様に第一の下地層のCoCrZr合金は回折ピークを示さないため、図中の回折ピークは、第二の下地層からのbcc（200）ピークと、CoCrPt磁性層からのhcp（11，0）ピークである。このことから、非晶質構造のCoCrZr合金層上に形成された第二の下地層のCrTi合金は（100）配向を取り、その上のCoCrPt磁性層はエピタキシャル成長により（11，0）配向をとっていることがわかる。このため、CoCrPt合金の磁化容易軸であるc軸の面内方向の成分が大きくなり、良好な磁気特性が得られる。さらに、磁性層のTEM観察を行ったところ、本実施例のCoCrPt合金の平均結晶粒径は16.1nm程度であり、比較例に比べて約3nm微細化されていた。また、前記単層のCoCrZr合金単層膜の磁化測定を行ったところ、明瞭なヒステリシス曲線が得られなかったため、該合金膜は非磁性であると考えられる。

【0032】＜実施例2＞実施例1と同様な磁気記憶装置において、第一の下地層にCoMnTa合金を使用した磁気記録媒体を用いた。

【0033】媒体の膜構成は実施例1と同様である。強化ガラス基板を150°Cまで加熱した後、第一の下地層のCo-36at%Mn-10%Ta合金を、10mTorrのアルゴンに窒素を5%添加した混合ガス雰囲気中で30nm形成した。その後、基板温度が250°Cとなるよう再び基板を加熱し、第二の下地層のCrV合金を30nm、CoCrNiPt合金磁性層を30nm、そしてカーボン保護膜を10nmと順次形成した。第二の下地層以降の各層は純アルゴンガス圧5mTorrのもとで形成し

た。得られた媒体の保磁力は2560エルステッドであった。第一の下地層のCo-36at%Mn-10%Ta合金の単層膜の磁化、及び膜構造について検討するため、該単層膜を30nm前記と同一条件で強化ガラス基板上に形成した。この単層膜の磁化測定を行ったところ、飽和磁束密度は約80C程度であった。TEMにより粒径観察を行ったところ、CoMnTa合金単層膜の平均結晶粒径は約3nm以下であった。カーボン保護膜まで形成した媒体のX線回折測定の結果、実施例1と同様、第二の下地層のCrV合金は(100)配向しており、CoCrNiPt合金はエピタキシャル成長により、(11. 0)配向していることがわかった。更に、磁性層のCoCrNiPt合金のTEM観察を行ったところ、平均結晶粒径は約19nmであった。尚、本実施例では膜形成は全てDCスパッタ法により行ったが、その他、イオンビームスパッタ法、ECRスパッタ法等でも同様な効果が得られる。

【0034】潤滑剤を塗布した後、線記録密度210kBP I、トラック密度9.6kTPIの条件で記録再生特性を行った結果、1.8という高い装置S/Nが得られた。CSS試験(コンタクト・スタート・ストップ試験)を行ったところ、3万回のCSSを行っても摩擦係数は0.3以下であった。また、媒体の内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は10ビット/面以下であり、平均故障間隔で30万時間以上が達成出来た。

【0035】<実施例3>膜の密着性を検討するため、下記的第一の下地層の各単層膜をガラス基板上に形成し、ピーリング試験を行った。

【0036】第一の下地層には実施例1、2のCoCrZr合金、CoMnTa合金及びCo-30at%Cr合金、Co-20at%Cr-10at%SiO₂合金を用いた。CoCrZr合金及びCoMnTa合金の単層膜は前記と同一条件でガラス基板上に形成した。CoCr合金及びCoCrSiO₂合金は実施例2と同一条件にて単層膜を形成した。また、比較のため、第一の下地層にCrを用い、実施例2と同一条件にて単層膜を形成した。ピーリング試験は膜面にカッターナイフで3mm×3mmのメッシュを25個けがいた後テープを貼り、40~48時間後にピーリングを行った。密着性は剥がれた部分の面積比率で評価した。ピーリング試験結果を図7に示す。第一の下地層にCoからなる合金を用いた系はいずれも良好な密着性を示した。尚、酸化物とCoとの化合物を用いた場合と実施例2の第一の下地層は実施例1の該下地層よりも良好であった。

【0037】<実施例4>実施例1と同様な磁気記憶装置において、第一の下地層にCoCrW合金を使用した磁気記録媒体を用いた。

【0038】実施例1と同様に、強化ガラス基板上にCo-25at%Cr-12at%Mn合金を25nm形成した。但し、このとき、基板加熱は行わず、膜形成時のアルゴンガス圧を5~30mTorrまで変化させた。前記下地層形成後、220°Cになるよう基板加熱を行い、CrMo下地層50nm、CoCrPtTa磁性層

25nm、カーボン保護膜10nmと順次形成した。

【0039】まず、実施例1、実施例2の場合と同様、第一の下地層のCoCrW合金のみをガラス基板上にアルゴンガス圧5~25mTorrのもとで形成し、X線回折の測定を行った。その結果、成膜時のアルゴンガス圧が5~10mTorrと比較的低い場合には、前記CoCrW単層膜からは強いhcp(00. 2)ピークがみられ、(00. 1)配向したhcp構造の膜であることがわかった。しかし、アルゴンガス圧の増加に伴い(00. 2)ピーク強度は急激に減少し、ガス圧が15mTorr以上では明瞭な回折ピークはみられなくなった。次にカーボン保護膜まで形成した媒体について、X線回折の測定を行った。得られた回折パターンから、第二の下地層CrMo合金からの(200)ピークと(110)ピークの強度比、及び磁性層からの(11. 0)ピークと(00. 2)ピークの強度比を求め、第一の下地層形成時のアルゴンガス圧との関係を調べた。結果を図8に示す。尚、図中の記号は、例えばICo11. 0はCoCrPtTa層からの(11. 0)回折ピーク強度を表しており、その他のピーク強度についても同様な表記を用いた。第一の下地層形成時のアルゴンガス圧が10mTorr以下の場合には、第二の下地層のCrMo合金はbcc(110)配向、CoCrPtTa磁性層はhcp(10. 1)配向している。これに対し、アルゴンガス圧が15mTorr以上になると、第二の下地層からの(110)ピーク強度は急激に減少し、代わって(200)ピークが増加する。これに伴ってCoCrPtTa合金磁性層からのピーク強度比も急激に変化し、(11. 0)ピークが急増している。図9に媒体の保磁力と前記CoCrW合金形成時のガス圧の関係を示す。保磁力は結晶配向が急激に変化するアルゴンガス圧10~15mTorr付近を境に、それ以上で急激に増大している。以上より、15mTorr以上のアルゴンガス圧で第一の下地層のCoCrW合金形を形成することにより、該下地層が非晶質化、或いは微結晶化され、その結果、CrMo下地層は(100)配向、CoCrPtTa磁性層は(11. 0)配向を取り、保磁力が増大することがわかった。

【0040】同様な傾向は、第二の下地層に例えば、CrTi、CrV等他のCr合金を用いた場合、或いは磁性層にCoCrPt、CoCrTa等他のCo合金を用いた場合にもみられた。

【0041】潤滑剤を塗布した後、線記録密度210kBP I、トラック密度9.6kTPIの条件で記録再生特性を行った。装置S/NはCoCrW合金形成時のアルゴンガス圧の増加と共に向上し、15mTorr以上では1.6以上の値が得られた。また、媒体の内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は10ビット/面以下であり、平均故障間隔で30万時間以上が達成出来た。

【0042】<実施例5>実施例1と同様な磁気記憶装置において、再生用磁気ヘッドに図10に示すセンサを用いた。このセンサはギャップ層14上に、5nmのTaバフファ層26、7nmの第一の磁性層27、1.5nmのCu中間層28、3nmの第二の磁性層29、10nmのFe-50at%Mn反強磁性合金層30が順次形成された構造である。前記第一の磁性層には

Ni-20at%Fe合金を使用し、第二の磁性層にはCoを使用した。反強磁性層からの交換磁界により、第二の磁性層の磁化は一方向に固定されている。これに対し、第二の磁性層と非磁性層を介して接する第一の磁性層の磁化の方向は、磁気記録媒体からの漏洩磁界により変化するため、磁化変化が生じる。このような二つの磁性層の磁化の相対的方向の変化に伴う磁化変化はスピンバルブ効果と呼ばれるが、本実施例では再生用ヘッドにこの効果を利用したスピンバルブ型磁気ヘッドを使用した。テープの一部は実施例1の磁気センサと同一構成である。

【0043】磁気記録媒体にはガラス基板上に第一の下地層、第二の下地層、磁性層、カーボン保護膜と実施例1と同一プロセスで順次形成したものを使用した。第一の下地層には20nmのCo-40at%V-12at%M合金(M = Ti、*

* Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、B)を用い、第二の下地層にはCrTi合金50nm、磁性層にはCoCrPt合金22nmを用いた。

【0044】TEM観察の結果、上記第一の下地層は非晶質、またはそれに近い微結晶構造であった。また、X線回折の測定の結果、第二の下地層のCrTi合金は(100)配向、CoCrPt磁性層は(11 0)配向していることがわかった。この傾向は第一の下地層に前記の何れのCo-V-M合金を使用した場合でも同様であった。第一の下地層に各合金材料を使用した記録媒体の保磁力、保磁力角型比と、CoCrPt磁性層からの(11 0)ピークと(10 1)ピークの強度比($I_{Co11.0}/I_{Co10.1}$ と記す)を表1に示す。

【0045】

【表1】

表 1

	第一の下地層	保磁力 [Oe]	保磁力 角型比	磁性層ピーク強度比 ($I_{Co11.0}/I_{Co10.1}$)
実施例	Co-40at%V-12at%Ti	2460	0.79	6.0
	Co-40at%V-12at%Y	2320	0.75	5.4
	Co-40at%V-12at%Zr	2610	0.84	11.8
	Co-40at%V-12at%Nb	2410	0.79	8.3
	Co-40at%V-12at%Mo	2290	0.77	6.2
	Co-40at%V-12at%Hf	2540	0.81	9.8
	Co-40at%V-12at%Ta	2550	0.83	10.5
	Co-40at%V-12at%W	2590	0.77	11.2
	Co-40at%V-12at%B	2320	0.79	6.7
比較例	Cr	1980	0.67	<0.1

【0046】この表には比較例として、第一の下地層にCrを使用した場合の値も示してある。比較例の媒体では第二の下地層のCrTiは強く(110)配向しているため、CoCrPt磁性層は(10 1)配向しており、該磁性層からの(11 0)ピークはみられない。これに対し、本実施例媒体では前記のように、何れもCoCrPt磁性合金が強く(11 0)配向しているため、該磁性合金の磁化容易軸であるc軸の面内成分が大きく、高い保磁力と保磁力角型比が得られる。特にM= Zr、Ta、Wの場合には、CoCrPt磁性層の(11 0)回折が強く、磁化容易軸の面内配向成分が大きくなっている。

【0047】潤滑剤を塗布した後、記録再生特性インテあたり2ギガビットの記録密度の条件で記録再生特性を測定したところ、本実施例媒体では何れの媒体からも1.6以上という高いS/N値が得られた。また、本実施例媒体は、何れも3万回のCSSを行っても摩擦係数が0.2以

下であり、実施例2の媒体よりも良好なCSS特性を示した。

【0048】<実施例6>実施例の磁気記録媒体において、Co-30at%Cr-10%Zr合金層に代えて、Co-30at%CrとTi、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、WおよびBの酸化物を添加した層を第一の下地層として使用した磁気記録媒体を用いて、実施例1と同様の磁気記憶装置を構成した。

【0049】TEM観察の結果、上記の下地層は非晶質、またはそれに近い微結晶構造であった。また、X線回折の測定の結果、第二の下地層のCrTi合金は(100)配向、CoCrPt磁性層は(11 0)配向していることがわかった。表2に、各下地層を用いた場合の保磁力、保磁力角型比、および、X線回折ピーク強度比($I_{Co11.0}/I_{Co10.1}$)を示す。

【0050】

【表2】

表 2

第一の下地層	保磁力 [Oe]	保磁力 角型比	磁性層ピーク強度比 ($I_{Co11.0}/I_{Co10.1}$)
(Co-30at%Cr)-12mol%TiO ₂	2370	0.76	4.8
(Co-30at%Cr)-11mol%Y ₂ O ₃	2420	0.77	5.2
(Co-30at%Cr)-13mol%ZrO ₂	2630	0.85	11.9
(Co-30at%Cr)-12mol%NbO ₂	2390	0.76	7.6
(Co-30at%Cr)-9mol%MoO ₂	2180	0.72	3.8
(Co-30at%Cr)-11mol%HfO ₂	2480	0.79	8.6
(Co-30at%Cr)-12mol%Ta ₂ O ₅	2570	0.84	12.1
(Co-30at%Cr)-10mol%WO ₂	2520	0.81	11.1
(Co-30at%Cr)-8mol%B ₂ O ₃	2160	0.73	5.2

【0051】特にZr、Ta、Wの酸化物を添加した場合に、CoCrPt磁性層の(11.0)回折が強く、磁化容易軸の面内配向成分が大きくなっている。

【0052】潤滑剤を塗布した後、記録再生特性インデックスあたり2ギガビットの記録密度の条件で記録再生特性を測定したところ、本実施例媒体では何れの媒体からも1.6以上という高いS/N値が得られた。また、本実施例媒体は、何れも3万回のCSSを行っても摩擦係数が0.2以下であり、実施例2の媒体よりも良好なCSS特性を示した。

【0053】本発明の非晶質、またはそれに近い微結晶構造の第一のCo合金下地層上に直接、磁性層を形成した場合、磁性層は強い(00.1)配向を示した。これは磁性層のCo合金結晶のc軸が膜面に対して垂直方向を向いた配向であり、面内磁気記録媒体としては使用できないが、垂直磁気記録媒体に適している。

【0054】＜実施例7＞実施例1と同様な膜構成の磁気記録媒体において、第二の下地層を、Crからなる10nmの層と、その上に形成されたCr-15at%Ti合金からなる20nmの二つの層で構成した磁気記録媒体を作製した。その他の膜構成、成膜プロセスは実施例1と同様である。また、比較例として、上記の磁気記録媒体において、第一*

*の下地層にY(イットリウム)-M合金(M=Ti、Nb、V、Ta)、及びCrを用いた磁気記録媒体を作製した。

【0055】本実施例の媒体の保磁力は2710エルステッドであった。一方、上記Y-M合金のMをVとした第一の下地層を用いた比較例の媒体の保磁力は、2030エルステッドであり、本実施例の媒体に比べて小さい。MとしてTi、Nb、Taを用いた場合もほぼ同様な結果が得られた。これは磁性層の(11.0)配向の強さの違いに起因している。即ち、Y-M合金を第一の下地層に用いた場合、磁性層は実施例1の媒体のように強く(11.0)配向しないため、良好な磁気特性が得られない。図11(a)に、平面TEM像から求めた本実施例の媒体の磁性層の結晶粒径の分布を示す。また、図11(b)は図11(a)のデータをもとに、ある結晶粒径以下の結晶粒の面積百分率を縦軸にとった粒径加積曲線を示す図である。このデータから求めた平均結晶粒径は17.5nm、粒径分散は10.1nmであった。ここで、平均結晶粒径<D>は、図11(b)の縦軸の値が50%となる結晶粒径とし、粒径分散幅ΔDは、縦軸の値が75%と25%となる結晶粒径の差とした。表3に本実施例と比較例の媒体の平均結晶粒径と粒径分散幅を比較して示す。

【0056】

【表3】

表 3

	第一の下地層	<D>	<ΔD>
実施例	Co-30at%Cr-10at%Zr	17.5nm	10.1nm
比較例	V-10at%Y	19.8nm	12.7nm
	Cr	21.0nm	13.1nm

【0057】第一の下地層にY-V合金、或いはCrを用いた場合に比べ、Co合金を用いた場合の方が、磁性層の結晶粒径は、10~20%程度微細化されており、結晶粒径の

分散幅が25~30%程度小さかった。これは第一下地層のCo合金表面の結晶核生成サイトの分布がより均一であるためと考えられる。

【0058】実施例1と同一条件で記録再生特性を評価したところ、本実施例の媒体は1.9であるのに対し、Y-M合金を第一の下地層に用いた比較例の場合には0.8〜1.1程度のS/Nしか得られなかった。これは前記の様に配向性の低下による再生出力の低下、磁性層のCo合金結晶粒の粒径不均一による媒体ノイズの増加によるものと思われる。このような傾向は、磁性層に他のCo合金を用いた場合にもみられた。以上より、本発明のCo合金を第一の下地層を用いた方が、Y-M合金を第一の下地層に用いた場合よりも優れた特性が得られることがわかる。

【0059】また、第二の下地層としてCrとCrTiの二つの層を用いた本実施例の媒体は、実施例1の媒体に比べて高い保磁力と高いS/Nが得られている。これは第一のCo合金下地層上のCrがCrTiに比べてより強い(100)配向を示すためである。

【0060】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、媒体ノイズの低減、保磁力増大等の効果を持つ。本発明の磁気記録媒体と磁気抵抗効果型ヘッドを用いることにより、一平方インチあたり2ギガビットの記録密度を有し、かつ平均故障回数が30万時間以上の磁気記憶装置の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の一実施例の磁気記憶装置の平面模式図およびそのA-A'断面図である。

【図2】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの断面構造の一例を示す斜視図である。

【図3】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗3センサ部の断面構造の一例を示す模式図である。

【図4】本発明の磁気記録媒体媒体の断面構造の一例を示す模式図である。

*

*【図5】本発明の磁気記録媒体媒体の一実施例に用いたCoを含有する第一の下地層の平面透過電子顕微鏡像と制限視野回折パターンとの模式図である。

【図6】本発明の磁気記録媒体の一実施例、及び比較例の媒体のX線回折パターンである。

【図7】第一の下地層の膜密着性を示す図である。

【図8】第一の下地層形成時のアルゴンガス圧とCrMo下地層、及びCoCrPtTa磁性層からの回折ピークの強度比の関係を示す図である。

10 【図9】第一の下地層形成時のアルゴンガス圧と保磁力の関係を示す図である。

【図10】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗3センサ部の断面構造の一例を示す模式図である。

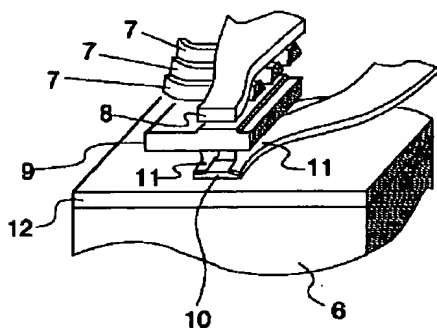
【図11】(a)、及び(b)は、本発明の一実施例の磁気記録媒体における磁性層の結晶粒径分布、及びその粒径加積曲線を示す図である。

【符号の説明】

1. . . 磁気ヘッド、2. . . 磁気ヘッド駆動部、
3. . . 記録再生信号処理系、4. . . 磁気記録媒体、
5. . . 磁気記録媒体駆動部、6. . . 基体、7. . . コイル、8. . . 上部記録磁極、9. . . 下部記録磁極兼上部シールド層、10. . . 磁気抵抗3センサ、11. . . 導体層、12. . . 下部シールド層、13. . . 信号検出領域、14. . . シールド層と磁気抵抗3センサの間のギャップ層、15. . . 横バイアス層、16. . . 分離層、17. . . 磁気抵抗強磁性層、18. . . テーパー部、19. . . 永久磁石層、20. . . 基板、21. . . 第一の下地層、22. . . 第二の下地層、23. . . 磁性層、24. . . 保護膜、25. . . 潤滑膜、26. . . パッファ層、27. . . 第一の磁性層、28. . . 中間層、29. . . 第二の磁性層、30. . . 反強磁性層。

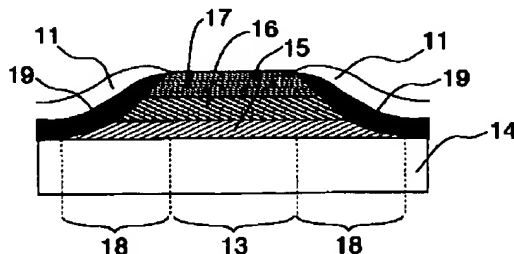
【図2】

図 2



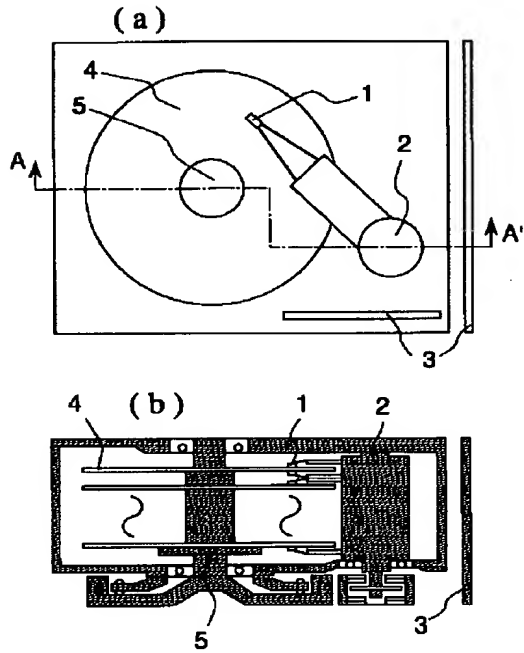
【図3】

図 3



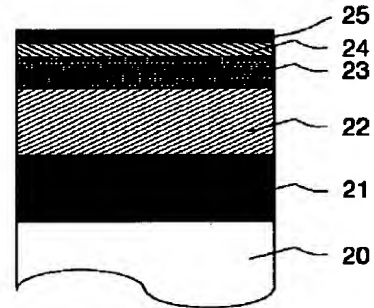
【図1】

図 1



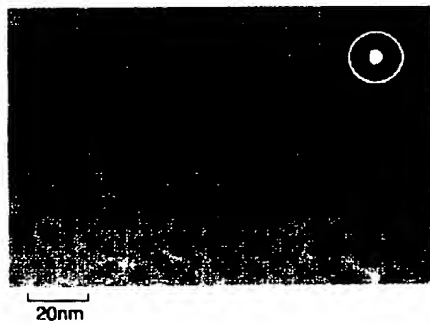
【図4】

図 4



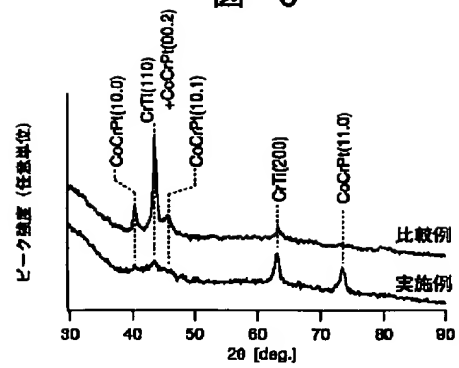
【図5】

図 5

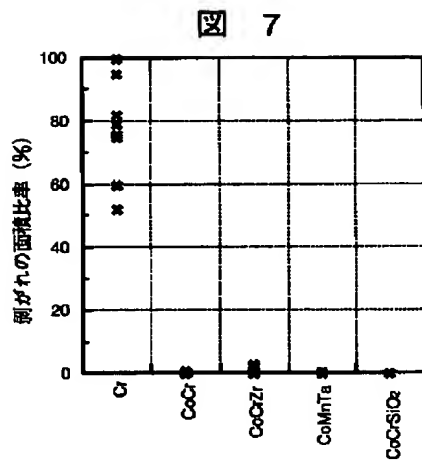


【図6】

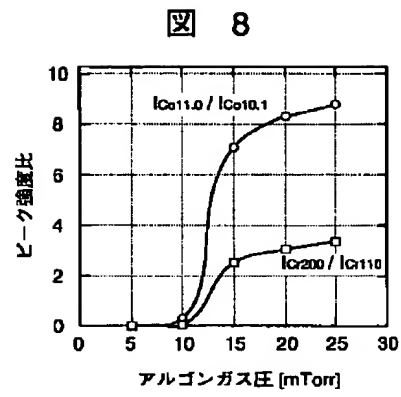
図 6



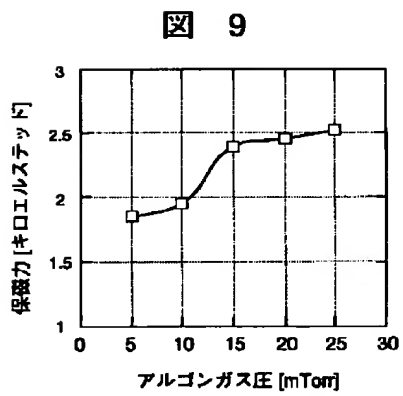
【図7】



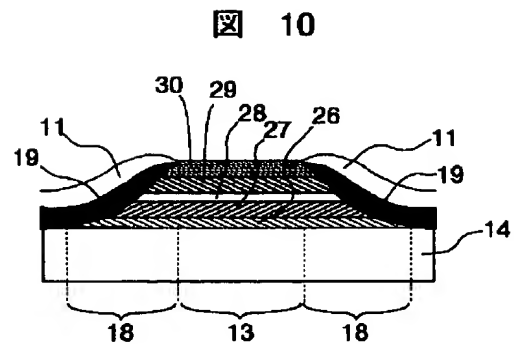
【図8】



【図9】

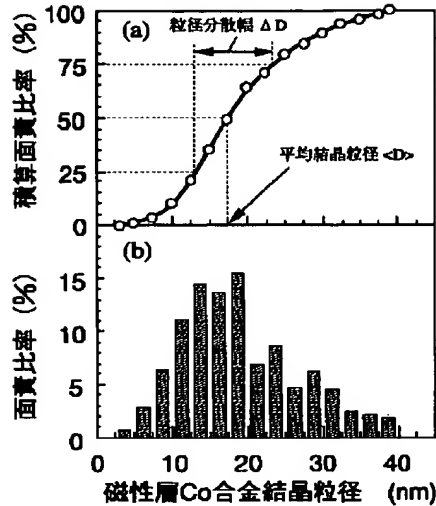


【図10】



【図11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 玉井 一郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 屋久 四男

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 細江 譲

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 棚橋 究

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 松田 好文

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 片岡 宏之

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 大野 俊典

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 遠藤 直人

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 宇良 和浩

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第4区分
 【発行日】平成13年9月7日(2001.9.7)

【公開番号】特開平10-74314
 【公開日】平成10年3月17日(1998.3.17)
 【年通号数】公開特許公報10-744
 【出願番号】特願平9-123752
 【国際特許分類第7版】

G11B 5/66

H01F 10/30

【F I】

G11B 5/66

H01F 10/30

【手続補正書】

【提出日】平成12年11月2日(2000.11.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】Coを含有する非晶質あるいは微結晶の材料を含む第1の下地層と、該第1の下地層上に形成された単数または複数の第2の下地層と、該第2の下地層上に形成された磁性層とを有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項2】請求項1に記載の面内磁気記録媒体において、前記第1の下地層は第1の添加元素として、Ti、Y、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、Si、Bからなる群より選ばれた少なくとも1種の元素を含有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項3】請求項1または2に記載の面内磁気記録媒体において、前記第1の下地層は第2の添加元素として、更にCr、V、Mnからなる群より選ばれた少なくとも1種の元素を含有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項4】請求項1から3のいずれか1項に記載の面

内磁気記録媒体において、前記第1の下地層は非磁性ないし弱磁性であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】請求項1から4のいずれか1項に記載の面内磁気記録媒体において、前記単数または複数の第2の下地層の少なくとも1層は体心立方格子構造を有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項6】請求項1から4のいずれか1項に記載の面内磁気記録媒体において、前記第2の下地層の少なくとも1層はTi、Mo、Vからなる群より選ばれた少なくとも1種の元素とCrを含有する合金、あるいはCrを含むことを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項7】請求項1から6のいずれか1項に記載の面内磁気記録媒体において、前記磁性層はc軸が(11.0)または(10.1)配向した最密六方格子構造を有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項8】請求項2から7のいずれか1項に記載の面内磁気記録媒体において、前記第1の添加元素の濃度が5at%以上70at%以下であることを特徴とする面内磁気記録媒体。

【請求項9】Coを含有する第1の下地層と、該第1の下地層上に形成された体心立方格子構造を有する複数の下地層と、該複数の下地層上に形成された磁性層とを有することを特徴とする面内磁気記録媒体。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.